

3 февраля 2012 г. в Нижнем Тагиле состоялся научно-практический семинар, посвященный 90-летию д-ра техн. наук, проф. М. И. Разикова (1922–1975) — известного ученого в области сварки и наплавки, много лет проработавшего заведующим кафедрой сварки Уральского политехнического института. Михаил Иванович был также организатором и первым руководителем отраслевой лаборатории наплавки при Уральском политехническом институте. В семинаре приняли участие более 80 специалистов и руководителей от 35 предприятий и организаций из 17 городов России и Казахстана, в том числе ряд ведущих горно-металлургических предприятий Уральского региона — Нижнетагильского и Челябинского металлургических комбинатов, Каменск-Уральского и Серовского металлургических заводов, Уралвагонзавода, Качканарского и Высокогорского ГОКов, Уралмашизавода и др. На семинаре подробно освещалась тема совершенствования ремонта деталей горно-металлургического оборудования путем применения плазменной закалки. Доклад д-ра техн. наук В. А. Короткова об опыте применения установки плазменной закалки УДГЗ-200 на различных предприятиях представлен ниже.

От редакции

УДК 621.791.72

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ УДГЗ-200 НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

В. А. КОРОТКОВ, д-р техн. наук (НТИ(ф) УрФУ, г. Нижний Тагил, РФ)

Известно, что сжатая дуга (плазма) широко используется для сварки, наплавки, нанесения защитных покрытий, поверхностной закалки и др. В ООО «Композит» (г. Нижний Тагил) была разработана и сертифицирована мобильная установка УДГЗ-200, позволяющая выполнять плазменную закалку ручным инструментом. Установка имеет двухкорпусное исполнение массой 20 + 20 кг и питается от сети 380 В, потребляемая мощность 10 кВт. В качестве плазмообразующего и защитного газа используется аргон, расход которого составляет 20 л/мин. Производительность установки 25...85 см² обработанной поверхности в минуту. В зависимости от марки обрабатываемой стали твердость закаленного слоя составляет HRC 45...65, а его толщина 0,5...1,5 мм. Обработке подвергаются углеродистые или инструментальные стали, поэтому специальное охлаждение обрабатываемой детали не требуется, что упрощает организацию работ. Необходимая скорость охлаждения обеспечивается теплоотводом в тело детали.

Значительное распространение получила плазменная закалка штампов различного назначения. Так, на Уралвагонзаводе применение установки плазменной закалки УДГЗ-200 позволило увеличить твердость рабочих кромок вырубных штампов из стали 5ХВ2С до HRC 61, из сталей 5ХНМ

и 7Х3 до HRC 64 и из стали У8 до HRC 58. В результате плазменной обработки стойкость штампов увеличилась примерно в 2,7 раза. Матрица для вырезки доньшка ресивера после плазменной закалки приведена на рис. 1. Видимые цвета побежалости, обычно появляющиеся при нагреве металла, не приводят к ухудшению параметров шероховатости поверхности.

На Челябинском трубопрокатном заводе проводится плазменная закалка чугуновых штампов (вкладышей) для формовки труб большого диаметра (рис. 2). Ранее на заводе применяли газоплазменную закалку этих штампов. Применение плазменной закалки ручным инструментом взамен газоплазменной закалки увеличило твердость этих штампов с HRC 50 до HRC 60. В результате примерно в 3 раза увеличилась их стойкость.

В корпорации ВСМПО-АВИСМА получены положительные результаты от применения плазменной закалки на многотонных штампах из стали 5ХНМ. Для более высокой твердости и износостойкости отпуск этих штампов после закалки с печного нагрева проводили при пониженной температуре, но это повлияло на прочность штампов — они начали раскалываться. Поверхностная плазменная закалка без понижения твердости и износостойкости позволила повысить температуру отпуска для предотвращения расколов. К по-

© В. А. Коротков, 2012



Рис. 1. Матрица для вырубki доньшка ресивера после плазменной закалки

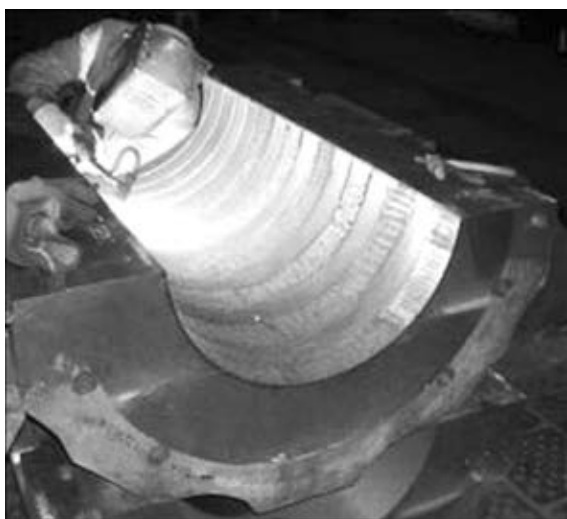


Рис. 2. Плазменная закалка штампа на Челябинском трубопрокатном заводе



Рис. 3. Штамп сложной формы после плазменной закалки (ООО «КУМЗ»)

добному шагу в порядке эксперимента прибегли на Каменск-Уральском металлургическом заводе (рис. 3).

Многие крупные штампы имеют длительный цикл изготовления с разрезанием на относительно



Рис. 4. Фрагмент разрезного штампа после плазменной закалки



Рис. 5. Матрица автомобиля ГАЗ после плазменной закалки прижимного контура

небольшие части для объемной закалки в печах и последующей трудоемкой подгонкой закаленных фрагментов в единое целое. На Волжском автозаводе провели эксперимент, заменив объемную закалку поверхностной плазменной закалкой (рис. 4), что позволило избежать подгонки закаленных частей (около 30 % общей трудоемкости изготовления штампа), поскольку их выполнили как единое целое по чертежным размерам. Штамп, на котором изготовлено более 70 тыс. изделий (задняя балка крыши автомобиля), находится в работоспособном состоянии. При этом трудоемкость ремонтных «зачисток» за счет сокращения их частоты и продолжительности уменьшилась примерно в 10 раз.

Подобный результат получен также на Горьковском автозаводе при опытной закалке матриц штамповки правого и левого переднего автомобильного крыла (рис. 5).

На Лискинском заводе монтажных заготовок три комплекта матриц для изготовления штамповочных трубных тройников диаметром 530, 720, 820 мм (сталь 30ГСЛ) из-за низкой твердости примерно после 50-ти штамповок пришли в негодность. Плазменная закалка с последующей зачисткой поверхностей (рис. 6) позволила восстановить работоспособность матриц, выдержав то же количество штамповок (50 шт.), они остались пригодными для дальнейшей эксплуатации.

Установка УДГЗ-200 успешно используется для упрочнения зубчатых и шлицевых зацеплений с модулем $m \geq 6$ (рис. 7). Плазменной закалкой упрочняются зубчатые венцы мельниц, шевронные зубья



Рис. 6. Матрица для формовки трубных тройников большого диаметра после плазменной закалки

и шлицы на валах-шестернях; приводные шестерни железнодорожных локомотивов и др. В результате плазменной обработки срок службы зацеплений увеличивается в 2...3 раза.

Одним из наиболее изнашиваемых мест на тележке грузового вагона является бургт подпятника. Благодаря применению на Уралвагонзаводе плазменной закалки бурта твердость (рис. 8) возросла в 2 раза — с *HB 180* до *HB 360*, что значительно снизило его износ (с 1000 до 50 мкм/100 тыс. км).

На этом же предприятии имеется опыт плазменной закалки транспортирующих рельсов на линии по производству осей железнодорожных колесных пар. После изготовления 200 тыс. осей эти рельсы изнашивались по высоте на 3,2 мм. Аналогичные рельсы после плазменной закалки изнашивались всего лишь на 0,5 мм при объеме производства 320 тыс. осей. Таким образом, в результате плазменной закалки износостойкость рельсов повысилась более чем в 6 раз. В настоящее время на Уралвагонзаводе проводятся мероприятия по внедрению плазменной закалки в



Рис. 8. Плазменная закалка бурта подпятника вагона и фрагмент закаленной поверхности

серийное производство вагонов.

Аналогичный результат получен на рельсовых путях для цеховых передаточных тележек на Челябинском трубопрокатном заводе. До применения плазменной закалки рельсы заменялись с частотой один-два раза, а на наиболее нагруженных участках — до шести раз в квартал. Это создавало большую напряженность, так как рельсы были особого сортамента и поставлялись из Германии. После плазменной закалки в 2006–2007 гг. рельсов и колес изнашивание замедлилось в десятки раз и замена рельсов была проведена лишь в 2011 г.

На том же заводе выполняли плазменную закалку крановых рельсов тяжелого типа КР-100. При одинаковом сроке эксплуатации износ закаленных рельсов составил около 0,2 мм, незакаленных — около 2 мм.



Рис. 7. Плазменная закалка зубьев крупномодульной шестерни



Рис. 9. Бункер пресс-ножниц, футерованный листами после упрочнения плазменной закалкой



Рабочие поверхности клетей пильгер-стана для защиты от быстрого износа покрываются лицевыми планками, которые в течение года эксплуатации из-за износа заменяются три раза. При этом и сама клеть под лицевыми планками изнашивается до 10 мм и раз в год ее приходится наплавлять с последующей фрезеровкой наплавленного слоя. После плазменной закалки лицевых планок и рабочей поверхности клетки износ замедлился и расход планок и количество наплавов клетки сократились в 3 раза. Аналогичный эффект

получен при плазменной закалке футеровочных листов бункера пресс-ножниц на металлургическом заводе «Камасталь» (рис. 9).

В настоящее время ООО «Композит» с помощью установок УДГЗ-200 в год производит плазменную закалку до 1 тыс. м² рабочих поверхностей различных деталей. Эту установку приобрели Уралвагонзавод, ВСМПО-АВИСМА, ОРМЕТО-ЮУМЗ, заводы горного оборудования Орска, Бакала, предприятия Казахстана и Украины.

Поступила в редакцию 13.02.2012

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ РАЗНОРОДНЫХ ТЕПЛОСТОЙКИХ ХРОМИСТЫХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГБЛОКОВ

Научно-исследовательская работа по указанной теме была завершена в 2011 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона (рук. темы — канд. техн. наук А. К. Царюк)

Объект исследования — теплоустойчивые и жаропрочные стали с повышенными служебными свойствами и их сварное соединение.

Цель исследования — определение физико-металлургических факторов, определяющих формирование структуры и механических свойств соединений теплоустойчивых хромистых мартенситных сталей с жаропрочными аустенитными сталями и разработка технологии их сварки.

Методы исследований — спектральный, микрорентгено-спектральный, металлографический анализы, измерение твердости и микротвердости, испытания механических свойств по ГОСТ 6996–66.

В работе показано, что при сварке мартенситной хромистой стали типа 10Х9МФБ с хромоникелевой сталью типа 18-10 аустенитными материалами в зоне сплавления имеет место структурная и химическая неоднородности, которые проявляются в образовании мягких обезуглероженных прослоек структурно свободного феррита в ЗТВ стали 10Х9МФБ. Размер этой зоны уменьшается при снижении погонной энергии сварки, но полностью избежать ее образования невозможно даже при сварке на минимальных погонных энергиях.

Предотвратить образование прослойки феррита в ЗТВ стали 10Х9МФБ можно при наплавке чисто никелевого металла, но при этом невозможно обеспечить необходимые служебные свойства сварного соединения. Установлено, что прослойка феррита не образуется при предварительной облицовке стали 10Х9МФБ мартенситным наплавленным металлом.

В последнее время наряду с традиционной технологией сварки разнородных соединений материалами аустенитного класса все большее распространение приобретает направление, которое предусматривает применение низкоуглеродистого хромистого присадочного металла легированного никелем, молибденом и др.

Для обеспечения прочности зоны сплавления на уровне стали 08Х18Н10Т рекомендована предварительная облицовка основного металла материалами, которые обеспечивают наплавленный металл типа 05Х6М, а заполнение основного объема шва можно выполнять как мартенситными, так и аустенитными материалами.

Разработана новая шлаковая система фторидно-магниевого оксидного вида, которая обеспечивает снижение содержания углерода в наплавленном металле до 0,04% при достаточно низком содержании диффузионного водорода. Разработанные на базе этой системы электроды имеют хорошие сварочно-технологические свойства и обеспечивают оптимальный химический состав наплавленного металла и его механические свойства.